

PCT/KR 99/00663 #4

RO/KR 27.11.1999

KR99/663 09/582843

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

REC'D 21 DEC 1999

WIPO PCT

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 1998년 특허출원 제47291호
Application Number

출원년월일 : 1998년 11월 5일
Date of Application

출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s)



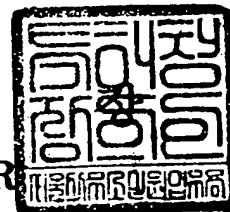
1999 년 11 월 12일

특

허

청

COMMISSIONER



**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

특허출원서

【출원번호】 98-047291

【출원일자】 1998/11/05

【국제특허분류】 G01B

【발명의 국문명칭】 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법

【발명의 영문명칭】 Method for inspecting a shape badness of an object using an extended brightness comparison method

【출원인】

【국문명칭】 삼성전자 주식회사

【영문명칭】 Samsung Electronics Co., Ltd.

【대표자】 윤종용

【출원인코드】 14001979

【출원인구분】 국내상법상법인

【전화번호】 0331-200-3443

【우편번호】 442-373

【주소】 경기도 수원시 팔달구 매탄동 416번지

【국적】 KR

【대리인】

【성명】 이영필

【대리인코드】 H228

【전화번호】 02-588-8585

【우편번호】 137-070

【주소】 서울특별시 서초구 서초동 1571-18

【대리인】

【성명】 권석홍

【대리인코드】 A409

【전화번호】 02-588-8585

【우편번호】 137-070

【주소】 서울특별시 서초구 서초동 1571-18

【대리인】

【성명】 이상용

【대리인코드】 H426

【전화번호】 02-588-8585

【우편번호】 137-073

【주소】 서울특별시 서초구 서초동 1571-18

【발명자】

【국문성명】 김명진

【영문성명】 KIM, Myoung Jin

【주민등록번호】 671210-1558420

【우편번호】 442-374

【주소】 경기도 수원시 팔달구 매탄4동 한국2차아파트 101동 106호

【국적】 KR

【기시】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다.

대리인

이영필 (인)

대리인

권석홍 (인)

대리인

이상용 (인)

【심사청구】 특허법 제60조의 규정에 의하여 위와 같이 출원심사를 청구합니다.

대리인

이영필 (인)

대리인

권석홍 (인)

대리인

이상용 (인)

【수신처】 특허청장 귀하

【수수료】

【기본출원료】 17 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 2 항 173,000 원

【합계】 202,000 원

【첨부서류】 1. 요약서, 명세서(및 도면) 각 1통

2. 출원서 부분, 요약서, 명세서(및 도면)을 포함하는 FD부분 1통

3. 위임장(및 동 번역문)

【요약서】

【요약】

물체의 형태 불량 검사방법이 개시된다.

본 발명에 따른 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법은, 소정의 물체에 대한 형태 불량을 검사하기 위한 방법에 있어서, 상기 소정의 물체에 대한 기준 형태의 여러 가지 특성 영상들을 모델로 등록한 후, 검사 영상과 상기 특성 영상들과의 농담 비교 연산을 통해 물체의 형태 불량 여부를 판별하는 점에 그 특징이 있다.

이와 같은 본 발명에 의하면, 종래 물체의 형태 불량 검사방법에서의 측정 및 비교의 두 단계 과정을 영상의 밝기 비교를 응용한 농담 비교의 한 단계 과정으로 줄여 검사를 수행하므로, 화소 단위는 물론 초화소 단위의 허용 오차를 갖는 물체의 형태 불량 검사에 소요되는 시간을 대폭 감축할 수 있고, 물체의 전체 영역에 걸쳐 형태 불량을 더욱 정밀하게 검출할 수 있는 장점이 있다.

【대표도】

도 5b

【명세서】

【발명의 명칭】

확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 측정-비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법을 설명하는 개요도.

도 2는 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법을 설명하는 개요도.

도 3은 도 2의 물체의 형태 불량 검사방법에 따라 기준 물체의 영상을 이용하여 특성 영상을 만드는 과정을 설명하는 개요도.

도 4는 도 2의 물체의 형태 불량 검사방법에 따라 특성 영상과 검사 영상을 이용하여 물체의 형태 불량을 검출하는 과정을 설명하는 개요도.

도 5a 및 도 5b는 본 발명에 따른 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법에 있어서, 초화소 단위의 물체의 경계선의 위치에 따른 화소의 밝기 변화를 보여주는 도면.

도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법에 있어서, 초화소 단위의 물체의 형태 불량 측정을 위한 특성 영상들의 계산 과정을 보여주는 도면.

도 7은 종래 측정-비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법 및 본 발명에 따른 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법에 따라 실시한 실험

에 사용된 리드 프레임 영상의 부분 발췌도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

11,21...기준 물체	12,23...검사 물체
22...특성 영상	31...기준 물체 영상
32...침식후의 기준 물체 영상	33...확장후의 기준 물체 영상
34...기준 경계 영상	41...(2진화된)검사 영상
42...모델의 특성 영상	43...중첩 영상
44...결과 영상	

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 반도체 제조공정 등에 채용되는 물체의 형태 불량 검사방법에 관한 것으로서, 더 상세히는 영상의 밝기 비교 연산을 응용한 농담 비교 연산을 통해 물체의 형태 불량을 검사함으로써 검사에 소요되는 시간을 줄이고, 검사의 수행에 있어서의 숙련자 의존도를 낮출 수 있는 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법에 관한 것이다.

물체의 형태에 대한 2차원적인 측정방법은 반도체 등과 같은 제품의 생산 자동화를 위해 널리 이용되고 있다. 물체의 형태에 대한 이상 여부를 검사하기 위해 종래에는 물체의 형태의 측정을 위한 경계영역을 검출하고, 소정의 측정 알고리즘을 사용하여 분석적으로 물체의 형태에 대한 이상 유무를 판별하였다. 그러나, 이

와 같은 종래 방식은 모든 검사부품에 대해 상기와 같은 과정을 거쳐야 하므로, 많은 시간이 소요되고 측정 알고리즘을 물체의 형태에 따라 각각 그에 적합하게 구성해야 하는 단점이 있다.

도 1은 그와 같은 종래의 측정-비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법을 설명하는 개요도이다.

도 1을 참조하면, 종래의 측정-비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법은 '측정'과 '비교'라는 두 단계의 과정을 통해 물체의 형태 불량을 검사한다. 즉, 먼저 영상의 밝기 분포를 이용하여 검사 물체(12)의 형태 데이터를 측정한다. 예컨대, 도시된 것처럼 검사 물체(12)의 외관에 있어서의 특정 방향의 거리(폭)(e)를 측정하는 것이다. 그런 후, 그 측정된 데이터와 설정된 모델(기준 물체)(11)의 기준 데이터(d)를 비교하여 검사 물체(12)의 형태에 대한 이상 여부를 판별한다.

이와 같은 종래 측정-비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법은 초화소(subpixel) 단위의 정밀도를 가지고 있지만, 모든 검사 물체에 대하여 상기의 과정을 반복적으로 수행해야 하므로 측정 알고리즘에 따른 계산 시간이 많이 소요되고, 제한된 검사 시간 동안 상기 과정을 수행해야 하므로 물체의 형태에 대해 단지 부분적으로 적용되는 단점이 있다. 또한, 검사를 수행함에 있어서, 숙련자에 대한 의존도가 높다는 것이 문제점으로 지적되고 있다.

이상과 같은 문제점에 대한 대책으로 본원의 동일 발명자에 의해 영상 밝기 비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법이 제시된 바 있다. 그것에 대해 소개해 보면 다음과 같다.

도 2는 영상 밝기 비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법을 설명하는 개요도이다.

도 2를 참조하면, 영상 밝기 비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법은, 상기 종래 측정-비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법이 기준 물체의 형태의 데이터를 모델로 등록하는 것과는 달리, 기준 물체(21)의 여러 가지 특성 영상들(22)을 모델로 등록한 후, 검사 물체(23)의 검사 영상과 밝기 비교 연산을 통해 검사 물체(23)의 형태 불량을 판별한다. 이때, 검사에 사용되는 특성 영상들(22)은 티칭(teaching) 과정에서 기준 물체(21)의 형태와 허용 오차를 고려하여 만들어진 다. 여기서, 이와 관련하여 설명을 부연해 보기로 한다.

물체의 영상은 화소의 밝기와 연결에 의해 물체에 속하는 관심 영역들과 배경에 속하는 배경 영역들로 분리될 수 있다. 여기서, 영역은 유사한 밝기값을 가지며, 서로 연결되어 있는 화소들의 집합을 의미한다. 적절한 조사(illumination)는 화소의 밝기에 의해 관심 영역들을 배경 영역들로부터 분리시키게 된다. 예컨대, 후면 조사는 이를 위한 대표적인 조사방법이라 할 수 있다. 한편, 기준 물체의 영상에는 관심 영역과 배경 영역 외에 허용 영역이 존재한다. 허용 영역은 현재의 화소의 위치에서 허용 오차 반경 내에 다른 영역이 존재하는 그와 같은 관심 영역 및 배경 영역 화소들로 만들어진다. 기준 물체의 영상에서 허용 영역에 속하지 않는 모든 화소들이 상응하는 검사 영상의 화소들과 동일한 영역 특성(관심과 배경)을 가질 때, 이 검사 물체는 기준 물체와 허용 오차 범위 내에서 유사하다고 한다. 여기서, 상응이란 검사 영상을 기준 영상에 대해 정렬한 후, 동일한 위치에 있는 것

을 의미한다.

이상의 사항을 바탕으로, 검사 시 사용되는 특성 영상들은 도 3에 도시된 바와 같은 원리에 의해 구해진다. 즉, 기준 영상은 2진화 과정을 거쳐 배경 영역과 관심 영역으로 분리된다. 2진화된 기준 영상(31)에 침식(erosion) 연산과 확장(dilation) 연산을 각각 수행하여 2개의 영상, 즉 침식후의 기준 물체 영상(32:E)과 확장후의 기준 물체 영상(33:D)을 만든다. 그런 후, 그 침식후의 기준 물체 영상(32:E)과 확장후의 기준 물체 영상(33:D) 간에 배타적 논리합(exclusive OR) 연산($E \odot D$)을 수행하여 기준 경계 영상(34:F)을 만드는데, 이 기준 경계 영상(34:F)은 기준 영역의 허용 영역을 나타낸다. 여기서, 영상 E는 경계 영역에 속하지 않는 관심 영역을 나타낸다.

검사 물체의 형태 불량은 이상과 같은 특성 영상들(E,D)과 검사 영상을 상호 비교함으로써 판별된다. 도 4에는 2진화된 검사 영상(41:Q)과 모델의 특성 영상들(42:E,F)을 사용하여 물체의 형태 불량을 판별하는 검사 과정이 도시되어 있다.

도 4에 도시된 바와 같이, 검사 영상(41:Q)과 모델의 특성 영상들(42:E,F)을 중첩하여 일차적으로 중첩 영상(43)이 만들어지고, 최종적으로 결과 영상(44)이 얻어진다. 이 결과 영상(44)으로부터 물체의 형태 불량이 검출된다. 이를 수식화하여 표현하면 다음과 같다.

【수학식 1】

$$C(QE, F) = \prod [e(i, j) * q(i, j) + \overline{e(i, j)} * \overline{q(i, j)} + \overline{e(i, j)} * f(i, j)]$$

여기서, 상기 $q(i, j)$, $e(i, j)$, $f(i, j)$ 는 각각 Q, E, F의 상응 화소들을, C는 형태 불량을 판별하는 함수를, 기호 " Π "는 대괄호[]내의 각각의 개별식을 모두 곱한다는 것을, "*"는 집합에 있어서의 AND, 즉 논리곱을, \overline{e} 에서의 바아(-)는 "NOT"의 의미를 각각 나타낸다. 또한, 상기 함수식의 앞에서부터 차례로 두 항은 기준 영상에서 관심 영역과 배경 영역에 속하는 화소가 상응하는 검사 영상의 화소와 동일한 영역 특성을 가져야 함을 나타내고, 세 번째 항은 기준 영상의 허용 영역에서 검사 영상의 상응 화소값에 관계없이 항상 참(true) 값을 만족함을 나타낸다.

그런데, 이상과 같은 영상 밝기 비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법은 화소 단위 이상의 물체의 형태 불량을 검출함에 있어서는 만족할 만한 효과를 얻을 수 있지만, 초화소 단위의 물체의 형태 불량을 검출함에 있어서는 정밀한 검출 결과를 기대하기 어렵다는 것이 하나의 문제점으로 지적되고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 창출된 것으로서, 영상 밝기 비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법의 장점을 살리면서 초화소 단위의 물체의 형태 불량 검출에도 대응할 수 있는 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법을 제공함에 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 확장된 밝기 비교법을 이용

한 물체의 형태 불량 검사방법은, 소정의 물체에 대한 형태 불량을 검사하기 위한 방법에 있어서, 상기 소정의 물체에 대한 기준 형태의 여러 가지 특성 영상들을 모델로 등록한 후, 검사 영상과 상기 특성 영상들과의 농담 비교 연산을 통해 물체의 형태 불량 여부를 판별하는 점에 그 특징이 있다.

이와 같은 본 발명에 의하면, 종래 물체의 형태 불량 검사방법에서의 측정 및 비교의 두 단계 과정을 영상의 밝기 비교를 응용한 농담 비교의 한 단계 과정으로 줄여 검사를 수행하므로, 화소 단위는 물론 초화소 단위의 허용 오차를 갖는 물체의 형태 불량 검사에 소요되는 시간을 대폭 감축할 수 있고, 물체의 전체 영역에 걸쳐 형태 불량을 더욱 정밀하게 검출할 수 있는 장점이 있다.

이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

지금까지는 화소 단위 이상의 허용 오차를 갖는 물체의 형태 불량 검사방법에 대한 설명이었다. 그러면, 이제 초화소(subpixel) 단위의 허용 오차를 갖는 물체의 형태 불량을 검사하는 방법을 설명해 보기로 한다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명에 따른 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법에 있어서, 초화소 단위의 허용 오차를 갖는 물체의 경계선의 위치에 따른 화소의 밝기 변화를 보여주는 도면이다.

도 5a 및 도 5b를 참조하면, 밝기값 b 가 주어지면, 상응하는 영역에서 경계선의 위치 x 를 추정할 수 있다. 따라서 밝기값을 통해 화소가 물체의 내부, 외부 또는 경계를 나타내는 지를 판별할 수 있게 된다.

한편, 모델의 등록 시 한 화소에 물체의 경계가 위치할 때, 검사 물체의 경

계가 허용 오차 범위 Δx 에 위치하는 것을 판별하는 방법은 다음과 같다.

상기 도 5b에 의해 먼저, 기준 물체의 경계선 위치 x 를 파악한 후, 도 6a에 도시된 바와 같이 허용 오차 범위 Δx 에 상응하는 밝기 범위 Δb 를 구한다. 이 과정은 모델 등록 시 수행된다. 그런 후, 검사 영상에서 상응하는 화소의 밝기가 밝기 범위 Δb 에 포함되는지를 조사한다. 이 과정은 검사를 행할 때에 수행된다. 이상과 같은 작업을 바탕으로 초화소 단위의 허용 오차를 갖는 물체의 형태 불량을 계산할 때에는, 상기 화소 단위 이상의 물체의 형태 불량을 계산할 때의 2진 비교 연산을 수행하는 것과는 달리, 농담(gray-scale) 비교 연산을 수행한다. 이상과 같은 일련의 과정에 있어서, 영상에 존재하는 화소 잡음(noise)은 불량 검사 작업의 수행에 방해가 된다. 화소 잡음의 존재할 경우, 밝기 값 b 에 대응하는 경계선 위치 x 는 도 6b에 도시된 바와 같이 범위 Δx_1 로 주어진다. 이 범위의 각 위치에서 허용 오차 범위 Δx 를 고려하면, 경계선의 위치는 범위 Δx_2 가 되고 비교할 밝기의 범위는 ΔB 가 된다. 범위 ΔB 를 사용할 때에 화소 잡음으로 인해 실제 구별가능한 경계선의 위치는 ΔX 이다. 따라서, 화소 잡음으로 인해 판별 가능한 위치 범위가 Δx 에서 ΔX 로 증대된다. 이때, 화소 잡음이 작을수록 판별 범위 ΔX 는 Δx 로 근접된다. 밝기 범위 ΔB 의 최대값과 최소값은 최대 영상 U 와 최소 영상 L 을 만드는데 사용된다. 이 두 영상은 기준 영상의 특성 영상으로 이용된다. 검사 시 화소가 물체 내부나 배경에 속할 때에도 물체의 형태 불량을 계산하는 방법은 동일하다. 검사 영상 Q 가 주어질 때, 특성 영상 U, L 을 사용하여 물체의 형태 불량을 판별하는 함수 $C(Q;U,L)$ 는 다음과 같이 정의될 수 있다.

【수학식 2】

$$C(QU, L) = \prod [k(i, j) \leq q(i, j) \leq u(i, j)]$$

즉, 상기 수학식 1에서의 영상 밝기 비교에 의한 물체의 형태 불량을 판별하는 함수 $C(Q;E,F)$ 는 확장된 밝기 비교, 즉 농담 비교 연산에 의한 물체의 형태 불량 판별에서는 상기 수학식 2에서와 같은 함수 $C(Q;U,L)$ 로 바뀌게 된다.

다음의 표 1은 종래의 측정-비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법과 본 발명에 따른 영상 밝기 비교방식에 의한 물체의 형태 불량 검사방법에 의해 도 7에 도시된 바와 같은 리드 프레임 영상을 이용하여 실험한 결과를 나타낸 것이다.

【표 1】

종래 측정-비교방식과 본 발명의 영상 밝기 비교방식에 의한 실험결과

검사 방법	종래 방법	본 발명의 방법
계산 시간	6msec/1회 측정	0.4 μ sec/1회 측정
검사 영역	국소 영역	전체 영역
기 타	측정 위치: 숙련자의 경험에 의존	1. 다양한 적용이 가능 2. 이물질 및 오염성 검사

상기 표 1에서도 알 수 있듯이, 종래의 방법은 1회 측정시 6msec가 소요된 반면, 본 발명의 방법은 0.4 μ sec가 소요되었다. 따라서, 상기 도 7의 리드 프레임의 300,000화소의 전체 영상을 검사할 경우 본 발명의 방법을 적용할 시에는 120msec가 소요되나, 종래 방법을 적용할 시에는 1800sec(30분)가 소요된다. 이와 같이 종래 방법은 검사에 많은 시간이 소요되며, 그에 따라 검사 영역이 물체의 전체 영역이 아닌 국소 영역으로 한정될 수밖에 없다.

【발명의 효과】

이상의 설명에서와 같이 본 발명에 따른 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법은 종래 물체의 형태 불량 검사방법에서의 측정 및 비교의 두 단계 과정을 영상 밝기 비교 연산을 응용한 농담 비교 연산의 한 단계 과정으로 줄여 검사를 수행하므로, 화소 단위는 물론 초화소 단위의 허용 오차를 갖는 물체의 형태 불량 검사에 소요되는 시간을 대폭 감축할 수 있고, 물체의 전체 영역에 걸쳐 형태 불량을 더욱 정밀하게 검출할 수 있는 장점이 있다. 또한, 초화소 단위의 허용 오차를 갖는 물체의 형태 불량 검출에 대응할 수 있으므로, 반도체 제조 공정에서 발생하는 오염 및 이물질에 의한 제품 불량을 검출할 수 있는 장점이 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

소정의 물체에 대한 형태 불량을 검사하기 위한 방법에 있어서,
상기 소정의 물체에 대한 기준 형태의 여러 가지 특성 영상들을 모델로 등록한 후,
검사 영상과 상기 특성 영상들과의 농담 비교 연산을 통해 물체의 형태 불량 여부를
판별하는 것을 특징으로 하는 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량
검사방법.

【청구항 2】

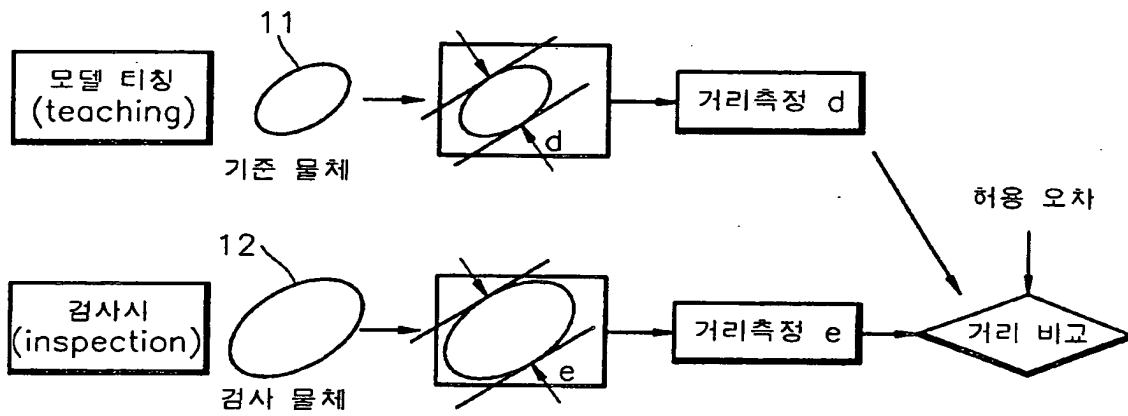
제1항에 있어서,
상기 농담 비교 연산의 알고리즘은 다음과 같은 함수식으로 표현되는 것을 특징으
로 하는 확장된 밝기 비교법을 이용한 물체의 형태 불량 검사방법.

$$C(Q,U,L) = \prod [l(i,j) \leq q(i,j) \leq u(i,j)]$$

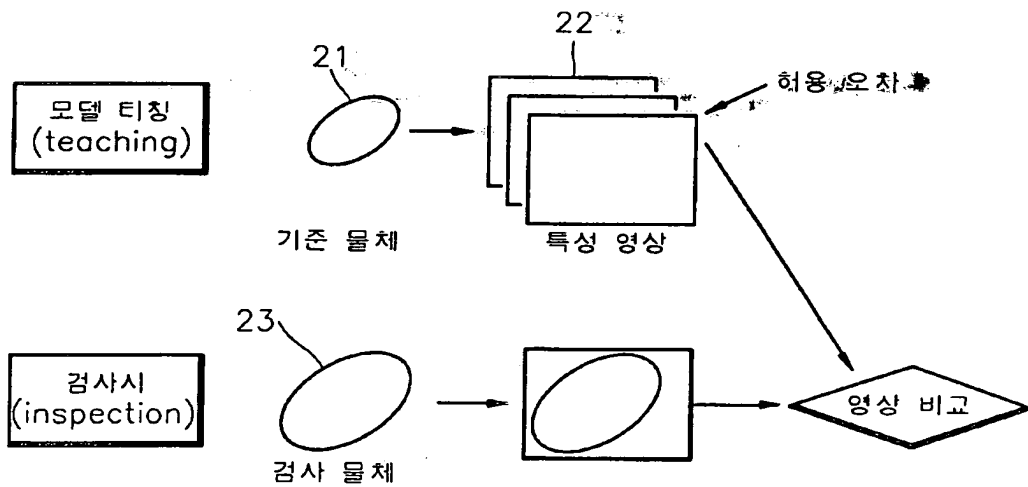
(여기서, $C(Q;U,L)$ 는 검사 영상 Q 가 주어질 때, 특성 영상 U , L 을 사용하여 물체의
형태 불량을 판별하는 함수, $l(i,j)$, $q(i,j)$, $u(i,j)$ 는 각각 L , Q , U 의 상응 화소
들을 나타냄).

【도면】

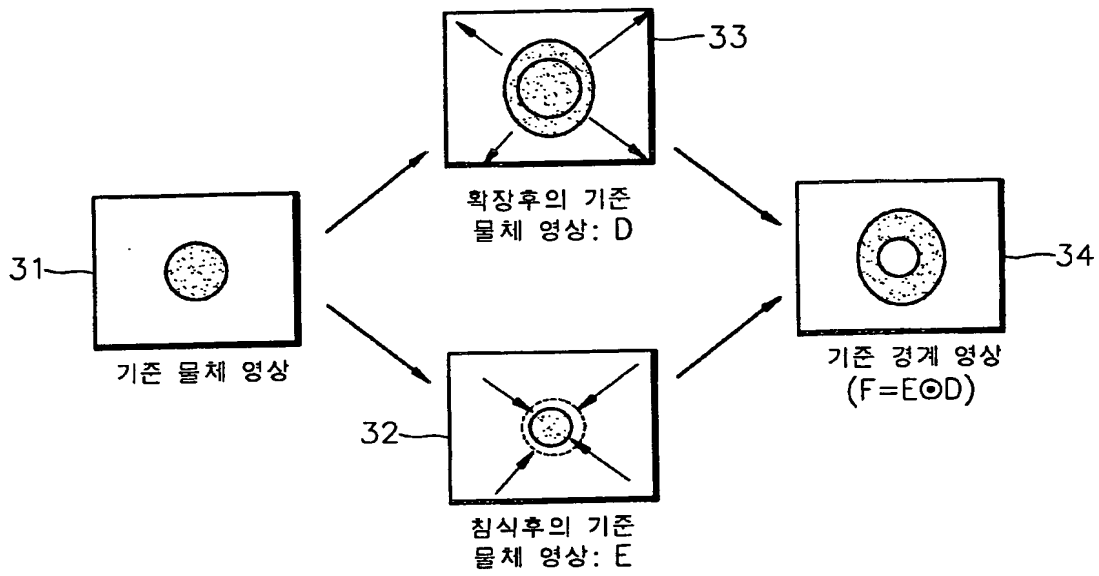
【도 1】



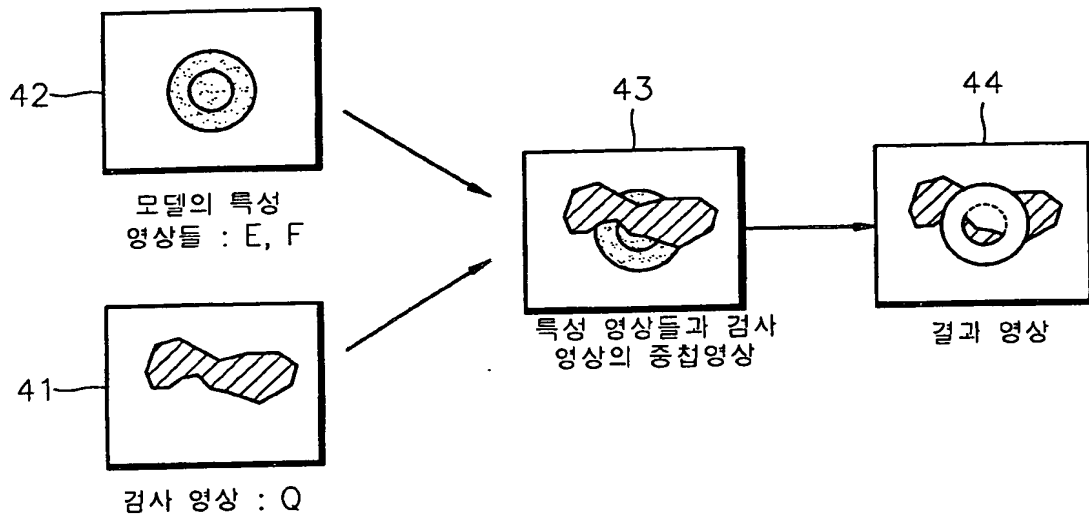
【도 2】



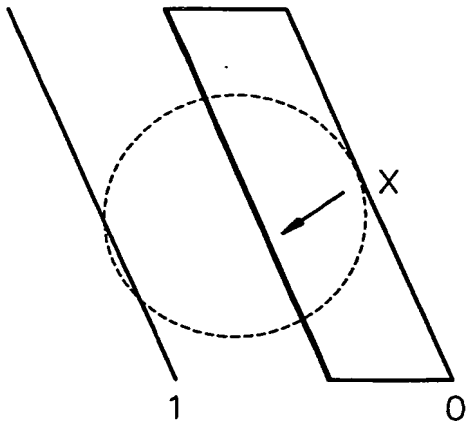
【도 3】



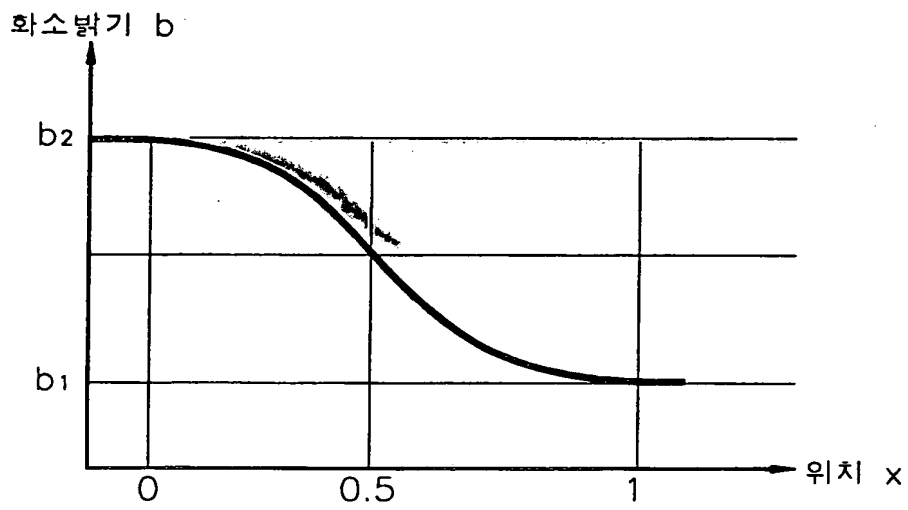
【도 4】



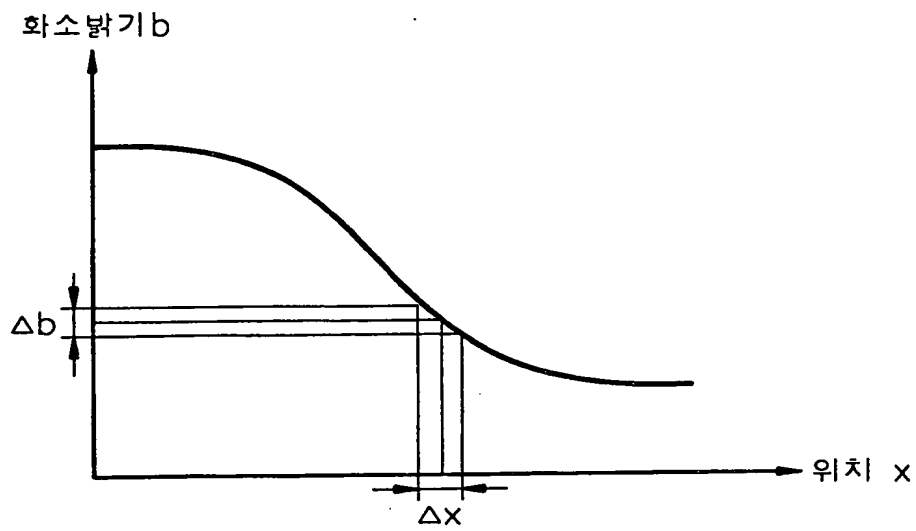
【도 5a】



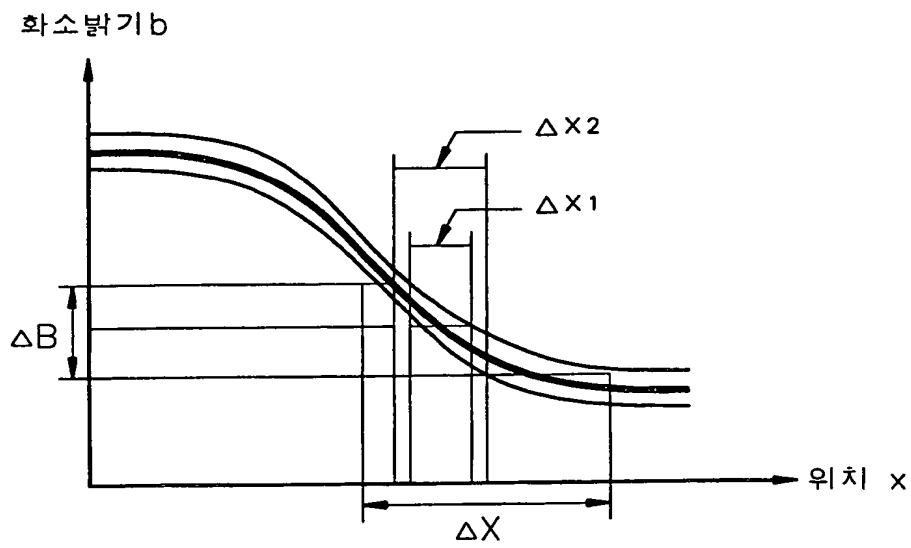
【도 5b】



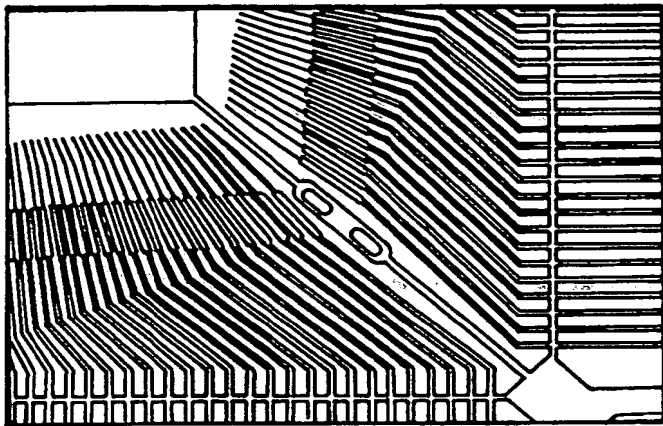
【도 6a】



【도 6b】



【도 7】



리드 프레임 영상